

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-079693
 (43)Date of publication of application : 24.03.1998

(51)Int.CI. H04B 7/005
 H04L 27/36
 H04L 27/20

(21)Application number : 08-232731 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

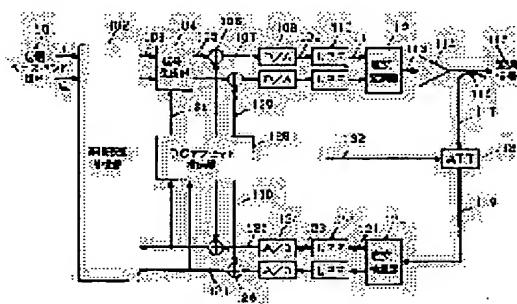
(22)Date of filing 1996.03.09 (72)Inventor : MATSUOKA AKIHIKO
 ORIHASHI MASAYUKI
 TAKAHASHI KENICHI
 MISAIZU KIMIHIDE

(54) TRANSMITTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a transmitter provided with a transmission system nonlinear distortion compensation with high accuracy which is provided to a communication equipment of a radio communication system using a digital modulation system, compensating a DC offset automatically.

SOLUTION: The transmitter is provided with a transmission system nonlinear distortion compensation section 102, a compensation signal generating section 104, digital adders 106, 126, an attenuator 118 and a DC offset estimate section 128. An input signal of an orthogonal detection section 120 is interrupted and DC offset compensation data 130 are updated to make an orthogonal base band signal 127 zero. Then the input signal of the orthogonal detection section 120 is validated and DC offset compensation data 130 are updated based on an orthogonal base band signal 127 to detect independently a DC offset of the modulation system and the demodulation system, the DC offset is automatically compensated by a simple digital arithmetic operation so as to attain transmission system nonlinear distortion compensation with high accuracy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Patent number] 3221326
[Date of registration] 17.08.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The nonlinear distorted compensation section with which the transmitter of the radio communications system using a digital modulation method is equipped and which carries out nonlinear distorted compensation of the transmitting rectangular cross baseband signaling by which digital modulation was carried out using the rectangular detection signal by which recovery system DC offset compensation was carried out, Presume DC offset of a modulation system and a recovery system with said rectangular detection signal, respectively, and a modulation system DC offset compensatory signal and a recovery system DC offset compensatory signal are outputted. And DC offset presumption section which outputs an attenuator control signal and a reference-sign generation control signal, The reference-sign generation section which inputs said reference-sign generation control signal and the output of said nonlinear distorted compensation section, and generates the reference sign of modulation system DC offset compensation, The modulation system adder which subtracts and adds the output of said reference-sign generation section, and said modulation system DC offset compensatory signal, The D/A converter which carries out analogue conversion of the output of said modulation system adder, and the quadrature modulation section which carries out quadrature modulation of the output of said D/A converter, The distributor which distributes the output of said quadrature modulation section, and the attenuator which restricts one amplitude of the output of said distributor with said attenuator control signal, The rectangular detection section which carries out rectangular detection of the output of said attenuator, and the A/D-conversion section which carries out digital conversion of the output of said rectangular detection section, The sending set equipped with the transmitting system nonlinear distorted compensating circuit possessing the recovery system adder which subtracts and adds the output of said A/D-conversion section, and said recovery system DC offset compensatory signal, and outputs said rectangular detection signal.

[Claim 2] The nonlinear distorted compensation section with which the transmitter of the radio communications system using a digital modulation method is equipped and which carries out nonlinear distorted compensation of the transmitting rectangular cross baseband signaling by which digital modulation was carried out using the rectangular detection signal by which recovery system DC offset compensation was carried out, Presume DC offset of a modulation system and a recovery system with said rectangular detection signal, respectively, and a modulation system DC offset compensatory signal and a recovery system DC offset compensatory signal are outputted. And DC offset presumption section which outputs a switch control signal and a reference-sign generation control signal, The reference-sign generation section which inputs said reference-sign generation control signal and the output of said nonlinear distorted compensation section, and generates the reference sign of modulation system DC offset compensation, The modulation system adder which subtracts and adds the output of said reference-sign generation section, and said modulation system DC offset compensatory signal, The D/A converter which carries out analogue conversion of the output of said modulation system adder, and the quadrature modulation section which carries out quadrature modulation of the output of said D/A converter, The distributor which distributes the output of said quadrature

THIS PAGE BLANK (USPTO)

modulation section, and the switch which controls one connection of the output of said distributor by said switch control signal, The rectangular detection section which carries out rectangular detection of the output of said switch, and the A/D-conversion section which carries out digital conversion of the output of said rectangular detection section, The sending set equipped with the transmitting system nonlinear distorted compensating circuit possessing the recovery system adder which subtracts and adds the output of said A/D-conversion section, and said recovery system DC offset compensatory signal, and outputs said rectangular detection signal.

[Claim 3] The power count section with which the transmitter of the radio communications system using a digital modulation method is equipped and which asks for the power of the transmitting rectangular cross baseband signaling by which digital modulation was carried out by count, The table reference section which refers to the nonlinear distorted compensation table beforehand prepared for the output of said power count section using the output of the multiplier which applies a fixed multiplier, and said multiplier, The nonlinear distorted compensation section which carries out nonlinear distorted compensation of said transmitting rectangular cross baseband signaling using the output of said table reference section, The sending set equipped with the transmitting system nonlinear distorted compensating circuit possessing the D/A converter which carries out analogue conversion of the output of said nonlinear distorted compensation section, the quadrature modulation section which carries out quadrature modulation of the output of said D/A converter, and the attenuator which attenuates the output of said quadrature modulation section.

[Claim 4] The nonlinear distorted compensation section with which the transmitter of the radio communications system using a digital modulation method is equipped and which carries out nonlinear distorted compensation of the transmitting rectangular cross baseband signaling by which digital modulation was carried out using the rectangular detection signal by which recovery system DC offset compensation was carried out, Presume DC offset of a modulation system and a recovery system with said rectangular detection signal, respectively, and a modulation system DC offset compensatory signal and a recovery system DC offset compensatory signal are outputted. And DC offset presumption section which outputs a modulation system switch control signal, a recovery system switch control signal, and a sending-signal control signal, The signal-control section which inputs said sending-signal control signal and the output of said nonlinear distorted compensation section, and controls the output of a sending signal, The modulation system adder which subtracts and adds the output of said signal-control section, and said modulation system DC offset compensatory signal, The D/A converter which carries out analogue conversion of the output of said modulation system adder, and the modulation system switch which switches the path of the output of said D/A converter with said modulation system switch control signal, The quadrature modulation section which carries out quadrature modulation of the output of said D/A converter inputted through said modulation system switch, The distributor which distributes the output of said quadrature modulation section, and the rectangular detection section which carries out rectangular detection of one side of the output of said distributor, With said recovery system switch control signal between two input signals of the output of said D/A converter inputted through said modulation system switch, and the output of said rectangular detection section The recovery system switch which chooses the signal to output, and the A/D-conversion section which carries out digital conversion of the output of said recovery system switch, The sending set equipped with the transmitting system nonlinear distorted compensating circuit possessing the recovery system adder which subtracts and adds the output of said A/D-conversion section, and said recovery system DC offset compensatory signal, and outputs said rectangular detection signal.

[Claim 5] It prepares for the transmitter of the radio communications system using a digital modulation method. Presume DC offset of a modulation system and a recovery system with recovery system rectangular cross baseband signaling, respectively, and a modulation system DC offset compensatory signal and a recovery system DC offset compensatory signal are outputted. And DC offset presumption section which outputs a modulation system frequency control signal, a recovery system frequency control signal, and a reference-sign generation control signal, The

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0053] The actuation is explained using drawing 2 about the sending set constituted as mentioned above. First, nonlinear distorted compensation of the transmitting digital rectangular cross baseband signaling 201 is performed in the nonlinear distorted compensation section 202, and the rectangular baseband signaling 203 by which nonlinear distorted compensation was carried out is outputted. In the compensatory-signal generation section 204, it chooses whether corresponding to the control signal 231 from DC offset presumption section 228, the rectangular baseband signaling 203 by which nonlinear distorted compensation was carried out is outputted as it is, or the signal for DC offset compensation is generated and outputted. DC offset compensation data 229 are added with the digital adder 206, and the signal 205 by which the selection output was carried out compensates DC offset of a transmit modulation system. The rectangular baseband signaling 207 by which DC offset compensation was carried out is changed into an analog signal by the D/A converter 208, a low pass filter 210 band-limits, and the analog rectangular cross baseband signaling 211 is acquired. And after the quadrature modulation machine's 212 performing quadrature modulation and considering as a modulating signal 213, with the amplifier 214 of a transmitting system, it amplifies in required magnitude and the transmitting modulating signal 215 is outputted. At this time, a distributor 216 distributes the transmitting modulating signal 215.

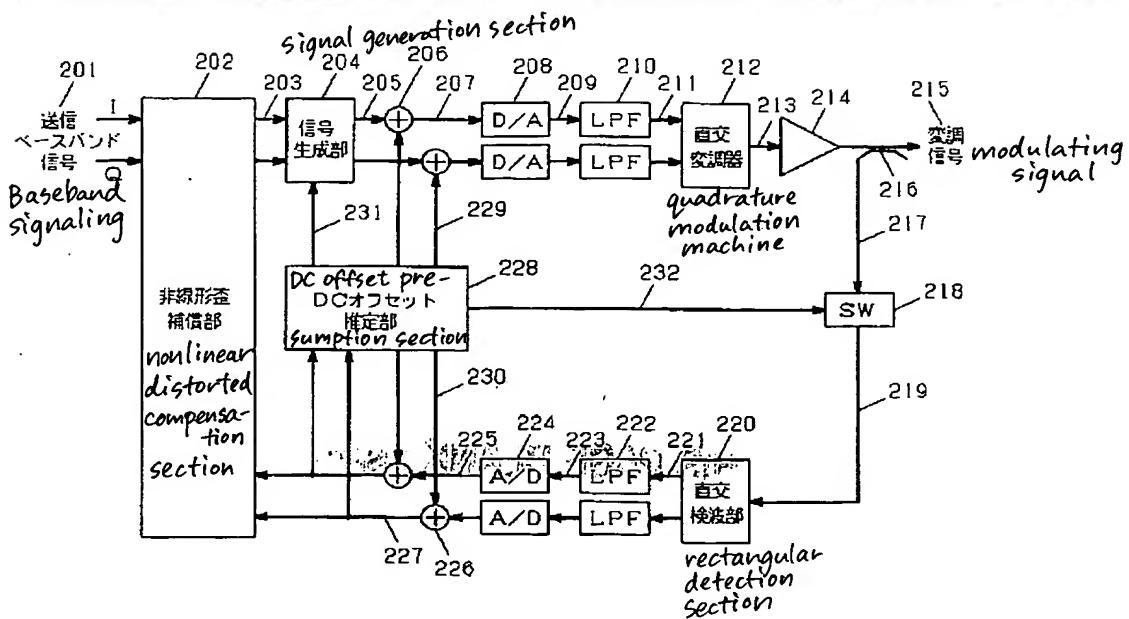
[0054] After carrying out rectangular detection in the rectangular detection section 220 after letting the distributed transmitting modulating signal 217 pass on the connection switch 218, and letting the low pass filter 222 for a band limit pass, it changes into a digital signal in the A/D-conversion section 224, and the digital rectangular cross baseband signaling 225 is acquired. DC offset compensation data 230 are added and DC offset of a transmitting recovery system is compensated with the digital adder 226.

[0055] On the other hand, in DC offset presumption section 228, DC offset of a transmit modulation system and a transmitting recovery system is presumed independently. First, the input signal to an aperture and the rectangular detection section 220 is intercepted for the connection switch 218 with a control signal 232. DC offset compensation data 230 are updated so that the rectangular baseband signaling 227 with which DC offset compensation of the transmitting recovery system at this time was carried out may be set to 0. Next, after confirming the input signal to closing and the rectangular detection section 220 for the connection switch 218 with a control signal 232, the signal for DC offset compensation is outputted from the compensatory-signal generation section 204 with a control signal 231. DC offset compensation data 230 are updated based on the rectangular baseband signaling 227 with which DC offset compensation of the transmitting recovery system at this time was carried out.

[0056] The presumed approach of DC offset of a transmit modulation system is the same as that of the gestalt 1 of operation. According to the gestalt of operation of this invention, the transmitting system nonlinear distorted compensation section 202, the compensatory-signal generation section 204, the digital adders 206 and 226, the connection switch 218, and DC offset presumption section 228 are formed as mentioned above. With a control signal 232, open the connection switch 218 and the input signal of the rectangular detection section 220 is intercepted. DC offset compensation data 230 are updated so that the rectangular baseband signaling 227 with which DC offset compensation of the transmitting recovery system at this time was carried out may be set to 0. Next, close the connection switch 218 with a control signal 232, confirm the input signal of the rectangular detection section 120, and the signal for DC offset compensation is outputted from the compensatory-signal generation section 204 with a control signal 231. By updating DC offset compensation data 230 based on the rectangular baseband signaling 227 with which DC offset compensation of the transmitting recovery system at this time was carried out It can become possible to detect independently DC offset of a transmit modulation system and a transmitting recovery system as digital data which carried out A/D conversion of the rectangular baseband signaling of a transmitting recovery system, it can carry out automatic compensation of the DC offset by the easy digital operation, and can carry out high transmitting system nonlinear distorted compensation of precision.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Drawing selection drawing 2



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 B 7/005			H 04 B 7/005	
H 04 L 27/36			H 04 L 27/20	Z
27/20			27/00	F

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

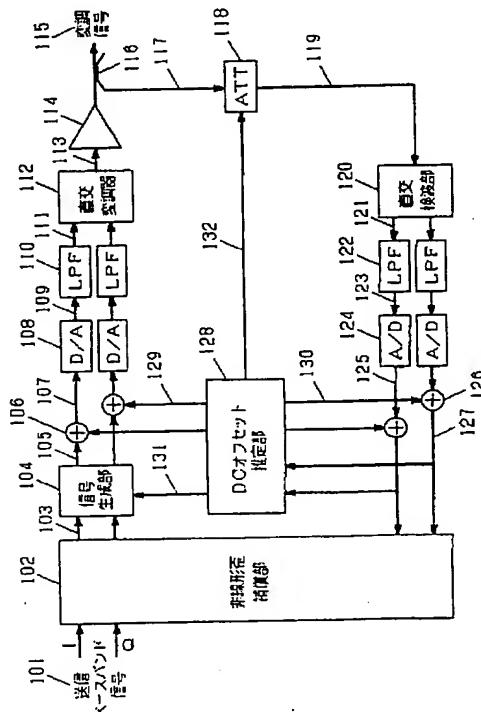
(21) 出願番号	特願平8-232731	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成8年(1996)9月3日	(72) 発明者	松岡 昭彦 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(72) 発明者	折橋 雅之 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(72) 発明者	高橋 憲一 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 滝本 智之 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信装置

(57) 【要約】

【課題】 デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、DCオフセットを自動的に補償し、精度の高い送信系非線形歪補償をする手段を備えた送信装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 送信系非線形歪補償部102、補償信号生成部104、デジタル加算器106、126、減衰器118、DCオフセット推定部128を設け、直交検波部120の入力信号を遮断し、直交ベースバンド信号127が0になるようにDCオフセット補償データ130を更新し、次に直交検波部120の入力信号を有効にし、直交ベースバンド信号127に基づいてDCオフセット補償データ130を更新することによって、変調系と復調系のDCオフセットを独立に検出することが可能になり、簡単なデジタル演算でDCオフセットを自動補償し、精度の高い送信系非線形歪補償をする手段を備えた送信装置が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、ディジタル変調された送信直交ベースバンド信号を、復調系DCオフセット補償された直交検波信号を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記直交検波信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ減衰器制御信号と参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、前記参照信号生成制御信号と前記非線形歪補償部の出力とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記減衰器制御信号により前記分配器の出力の一方の振幅を制限する減衰器と、前記減衰器の出力を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記直交検波信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置。

【請求項2】 ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、ディジタル変調された送信直交ベースバンド信号を、復調系DCオフセット補償された直交検波信号を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記直交検波信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつスイッチ制御信号と参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、前記参照信号生成制御信号と前記非線形歪補償部の出力とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記スイッチ制御信号により前記分配器の出力の一方の接続を制御するスイッチと、前記スイッチの出力を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記直交検波信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置。

【請求項3】 ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、ディジタル変調された送信直交ベースバンド信号のパワーを計算により求めるパワ

ー計算部と、前記パワー計算部の出力に一定の係数を掛ける乗算器と、前記乗算器の出力を用いてあらかじめ用意された非線形歪補償テーブルを参照するテーブル参照部と、前記送信直交ベースバンド信号を、前記テーブル参照部の出力を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記非線形歪補償部の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を減衰させる減衰器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置。

【請求項4】 ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、ディジタル変調された送信直交ベースバンド信号を、復調系DCオフセット補償された直交検波信号を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記直交検波信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ変調系スイッチ制御信号、復調系スイッチ制御信号、送信信号制御信号を出力するDCオフセット推定部と、前記送信信号制御信号と前記非線形歪補償部の出力とを入力して送信信号の出力を制御する信号制御部と、前記信号制御部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力の経路を、前記変調系スイッチ制御信号により切り換える変調系スイッチと、前記変調系スイッチを介して入力される前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記分配器の出力の一方を直交検波する直交検波部と、前記変調系スイッチを介して入力される前記D/A変換部の出力と前記直交検波部の出力との2つの入力信号のうち、前記復調系スイッチ制御信号により、出力する信号を選択する復調系スイッチと、前記復調系スイッチの出力をデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記直交検波信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置。

【請求項5】 ディジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、復調系直交ベースバンド信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ変調系周波数制御信号、復調系周波数制御信号、参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、変調系直交ベースバンド信号と前記参照信号生成制御信号とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前

記変調系周波数制御信号を用いて変調系変換周波数の差分を発生する変調系発振器と、前記変調系発振器の出力を用いて、前記D/A変換部の出力を直交変調し、搬送周波数に変換する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記復調系周波数制御信号を用いて復調系変換周波数の差分を発生する復調系発振器と、前記復調系発振器の出力により前記分配器の出力の一方を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記復調系直交ベースバンド信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置。

【請求項6】 デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、復調系直交ベースバンド信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ変調系タイマ制御信号、復調系タイマ制御信号、参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、変調系直交ベースバンド信号と前記参照信号生成制御信号とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系タイマ制御信号を用いてD/A変換制御信号を発生する変調系タイマ部と、前記変調系加算器の出力を、前記D/A変換制御信号によりアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記分配器の出力の一方を直交検波する直交検波部と、前記復調系タイマ制御信号を用いてA/D変換制御信号を発生する復調系タイマ部と、前記直交検波部の出力を、前記A/D変換制御信号によりデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記復調系直交ベースバンド信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置。

【請求項7】 デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、復調系直交ベースバンド信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号、及び参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、変調系直交ベースバンド信号と前記参照信号生成制御信号とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記分配器の出力

の一方を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記復調系直交ベースバンド信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はデジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に利用されるもので、送信系で発生する非線形歪を自動的に補償する非線形歪補償回路を備えた送信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、送信装置は、無線端末の省電力化をはかるために送信系の増幅器の効率を高めると、送信系の非線形歪が多く発生しやすくなる。このため、非線形歪の補償を何らかの方法で行う必要があるが、1つの手段として、送信ベースバンド信号の値を用いて歪補償テーブルを参照し、振幅と位相の非線形歪補償を行う方法が知られている。

【0003】 図8に従来の送信装置のブロック結線図を示す。801は送信デジタル直交ベースバンド信号である。802は非線形歪補償用の参照テーブルで、803は振幅歪補償データ、804は位相歪補償データである。805はデジタルデータをアナログ値に変換するD/A変換部、806は変換されたアナログ直交ベースバンド信号である。807は送信信号の帯域制限をするための低域通過フィルタ、808は帯域制限された直交ベースバンド信号である。809は直交変調部、810は変調信号である。811は振幅歪補償用の利得制御増幅器、812は振幅歪補償された変調信号、813は位相歪補償用の移相器、814は振幅および移相歪補償された変調信号で、815は送信系の増幅器、816は送信変調信号である。

【0004】 以上のように構成された送信装置について、以下にその動作について説明する。まず、送信デジタル直交ベースバンド信号801はD/A変換部805でアナログ値に変換され、低域通過フィルタ807で帯域制限された後、直交変調部809で直交変調されて変調信号810となる。同時に、送信デジタル直交ベースバンド信号801の値をアドレスとして参照テーブル802を参照し、振幅歪補償データ803と位相歪補償データ804を得る。つぎに、利得制御増幅器811で振幅歪補償データ803を用いて振幅歪補償を行い、移相器813で位相歪補償データ804を用いて位相歪補償を行って、振幅および位相歪補償された変調信号814を得る。最後に、振幅および位相歪補償された変調信号814を送信系の増幅器815で増幅し、送信変調信号816を出力する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この送信装置においては、D/A変換部や直交変調部で発生するDCオフセットによる非線形歪補償特性の劣化を防ぐため、手動によるDCオフセットの補償が要求されている。

【0006】本発明は、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機において、DCオフセットを自動的に補償し、精度の高い送信系非線形歪補償をする手段を備えた送信装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、分配した変調信号の振幅を制限する減衰器と、変調系で発生するDCオフセットを補償するための参照信号を発生させる参照信号生成部と、DCオフセットの補償を行うデジタルの加算器と、DCオフセットを推定するDCオフセット推定部を具備する構成としたものである。

【0008】これにより、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機において、DCオフセットを自動的に補償し、精度の高い送信系非線形歪補償をする手段を備えた送信装置が得られる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、デジタル変調された送信直交ベースバンド信号を、復調系DCオフセット補償された直交検波信号を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記直交検波信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ減衰器制御信号と参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、前記参照信号生成制御信号と前記非線形歪補償部の出力とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記減衰器制御信号により前記分配器の出力の一方の振幅を制限する減衰器と、前記減衰器の出力を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をディジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記直交検波信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置であり、スイッチを開閉することによって送信変調系と送信復調系の回路を分離・接続し、送信変調系と送信復調系のDCオフセットを独立に自動補償することで精度の高い送信系非線形歪補償をするという作用を有する。

ル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、デジタル変調された送信直交ベースバンド信号を、復調系DCオフセット補償された直交検波信号を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記直交検波信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつスイッチ制御信号と参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、前記参照信号生成制御信号と前記非線形歪補償部の出力とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記スイッチ制御信号により前記分配器の出力の一方の接続を制御するスイッチと、前記スイッチの出力を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をディジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記直交検波信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置であり、スイッチを開閉することによって送信変調系と送信復調系の回路を分離・接続し、送信変調系と送信復調系のDCオフセットを独立に自動補償することで精度の高い送信系非線形歪補償をするという作用を有する。

【0011】また、請求項3に記載の発明は、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、デジタル変調された送信直交ベースバンド信号のパワーを計算により求めるパワー計算部と、前記パワー計算部の出力に一定の係数を掛ける乗算器と、前記乗算器の出力を用いてあらかじめ用意された非線形歪補償テーブルを参照するテーブル参照部と、前記送信直交ベースバンド信号を、前記テーブル参照部の出力を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記非線形歪補償部の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を減衰させる減衰器とを備える送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置であり、乗算器と減衰器の係数を等しくすることによってD/A変換部の量子化雑音を増大させることなく送信電力の制御を行うという作用を有する。

【0012】また、請求項4に記載の発明は、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、デジタル変調された送信直交ベースバンド信号を、復調系DCオフセット補償された直交検波信号を用いて非線形歪補償する非線形歪補償部と、前記直交検波信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ変調系スイッチ制御信

【0010】また、請求項2に記載の発明は、デジタル

号、復調系スイッチ制御信号、送信信号制御信号を出力するDCオフセット推定部と、前記送信信号制御信号と前記非線形歪補償部の出力とを入力して送信信号の出力を制御する信号制御部と、前記信号制御部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力の経路を、前記変調系スイッチ制御信号により切り換える変調系スイッチと、前記変調系スイッチを介して入力される前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記分配器の出力の一方を直交検波する直交検波部と、前記変調系スイッチを介して入力される前記D/A変換器の出力と前記直交検波部の出力との2つの入力信号のうち、前記復調系スイッチ制御信号により、出力する信号を選択する復調系スイッチと、前記復調系スイッチの出力をデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記直交検波信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置であり、スイッチを制御することによって変調系と送信復調系の接続を搬送波帯とベースバンド帯で切り替え、ベースバンド帯で送信変調系のD/A変換部と送信復調系のA/D変換部のDCオフセットを補償することで、容易にDCオフセットの自動補償を行うという作用を有する。

【0013】また、請求項5に記載の発明は、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、復調系直交ベースバンド信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ変調系周波数制御信号、復調系周波数制御信号、参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、変調系直交ベースバンド信号と前記参照信号生成制御信号とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記変調系周波数制御信号を用いて変調系変換周波数の差分を発生する変調系発振器と、前記変調系発振器の出力を用いて、前記D/A変換部の出力を直交変調し、搬送周波数に変換する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記復調系周波数制御信号を用いて復調系変換周波数の差分を発生する復調系発振器と、前記復調系発振器の出力により前記分配器の出力の一方を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をディジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記復調系直交ベースバンド信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置としたものである。

り、直交変調部の変換周波数の差分を発生する発振器と、直交検波部の変換周波数の差分を発生させる発振器とを、互いに異なる周波数に設定することで、変調系と復調系のDCオフセットを分離し、各々のDCオフセットを高精度に補償するという作用を有している。

【0014】また、請求項6に記載の発明は、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、復調系直交ベースバンド信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号を出力し、かつ変調系タイマ制御信号、復調系タイマ制御信号、参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、変調系直交ベースバンド信号と前記参照信号生成制御信号とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系タイマ制御信号を用いてD/A変換制御信号を発生する変調系タイマ部と、前記変調系加算器の出力を、前記D/A変換制御信号によりアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記分配器の出力の一方を直交検波する直交検波部と、前記復調系タイマ制御信号を用いてA/D変換制御信号を発生する復調系タイマ部と、前記直交検波部の出力を、前記A/D変換制御信号によりデジタル変換するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記復調系直交ベースバンド信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置としたものであり、D/A変換部の変換周期を制御するタイマ部と、A/D変換部の変換周期を制御するタイマ部とを、互いに異なる周期に設定することで、変調系と復調系のDCオフセットを分離し、各々のDCオフセットを高精度に補償するという作用を有している。

【0015】また、請求項7に記載の発明は、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機に備えられ、復調系直交ベースバンド信号により変調系と復調系のDCオフセットをそれぞれ推定して変調系DCオフセット補償信号と復調系DCオフセット補償信号、及び参照信号生成制御信号を出力するDCオフセット推定部と、変調系直交ベースバンド信号と前記参照信号生成制御信号とを入力して変調系DCオフセット補償の参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号生成部の出力と前記変調系DCオフセット補償信号とを加減算する変調系加算器と、前記変調系加算器の出力をアナログ変換するD/A変換部と、前記D/A変換部の出力を直交変調する直交変調部と、前記直交変調部の出力を分配する分配器と、前記分配器の出力の一方を直交検波する直交検波部と、前記直交検波部の出力をディジタル変換

するA/D変換部と、前記A/D変換部の出力と前記復調系DCオフセット補償信号とを加減算して前記復調系直交ベースバンド信号を出力する復調系加算器とを具備する送信系非線形歪補償回路を備えた送信装置としたものであり、参照信号による復調結果の平均値と決められたベクトルとを加算した参照信号による復調結果から、高精度に変調系のDCオフセットを補償するという作用を有している。

【0016】以下、本発明の実施の形態について、図1から図7を用いて説明する。

(実施の形態1) 図1は本発明の実施の形態における送信装置のブロック結線図を示す。101は送信ディジタル直交ベースバンド信号、102は送信系非線形歪補償部、103は非線形歪補償された直交ベースバンド信号、104はDCオフセット補償用の信号を生成する補償信号生成部、105は送信直交ベースバンド信号またはDCオフセット補償用信号、106と126はデジタル加算器、107と127はDCオフセット補償された直交ベースバンド信号、108はD/A変換部、109はアナログ直交ベースバンド信号、110と122は帯域制限用の低域通過フィルタ、111と123は帯域制限されたアナログ直交ベースバンド信号、112は直交変調器、113は変調信号、114は送信系の増幅器、115は増幅した送信変調信号、116は分配器、117は分配された送信変調信号、118は減衰器、119は減衰された送信変調信号、120は直交検波部、121は直交検波した直交ベースバンド信号、124はA/D変換部、125はデジタル直交ベースバンド信号、128はDCオフセット推定部、129は送信変調系のDCオフセット補償信号、130は送信復調系のDCオフセット補償信号、131は補償信号部を制御する制御信号、132は減衰器を制御する制御信号である。

【0017】以上のように構成された送信装置について、図1を用いてその動作について説明する。まず、非線形歪補償部102で送信ディジタル直交ベースバンド信号101の非線形歪補償を行い、非線形歪補償された直交ベースバンド信号103を出力する。補償信号生成部104では、DCオフセット推定部128からの制御信号131に対応して、非線形歪補償された直交ベースバンド信号103をそのまま出力するかDCオフセット補償用の信号を生成して出力するかを選択する。選択出力された信号105は、デジタル加算器106でDCオフセット補償データ129が加算され、送信変調系のDCオフセットを補償する。DCオフセット補償された直交ベースバンド信号107をD/A変換部108でアナログ信号に変換し、低域通過フィルタ110によって帯域制限を行い、アナログ直交ベースバンド信号111を得る。そして、直交変調器112で直交変調を行い、変調信号113にした後、送信系の増幅器114で、必要な大きさに増幅して送信変調信号115を出力する。こ

のとき、分配器116で送信変調信号115を分配する。

【0018】分配した送信変調信号117を減衰器118で減衰した後、直交検波部120で直交検波し、帯域制限用の低域通過フィルタ122を通した後、A/D変換部124でデジタル信号に変換し、デジタル直交ベースバンド信号125を得る。デジタル加算器126で、DCオフセット補償データ130を加算して送信復調系のDCオフセットを補償する。

【0019】一方、DCオフセット推定部128では、送信変調系と送信復調系のDCオフセットを独立に推定する。まず、制御信号132によって減衰器118の減衰量を十分に大きくし、直交検波部120の入力信号を遮断する。このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交ベースバンド信号127が0になるようにDCオフセット補償データ130を更新する。次に、制御信号132によって減衰器118の減衰量を小さくし、直交検波部120の入力信号を有効にした後、制御信号131によって補償信号生成部104からDCオフセット補償用の信号を出力する。このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交ベースバンド信号127に基づいてDCオフセット補償データ130を更新する。

【0020】ここで、送信変調系のDCオフセットの推定方法を以下に説明する。補償信号生成部104から信号

【0021】

【数1】

(I, Q)

【0022】を出力したときの送信直交ベースバンド信号は、送信変調系のDCオフセット

【0023】

【数2】

(I_{offset}, Q_{offset})

【0024】の影響を受けるため、

【0025】

【数3】

(I_{offset} + I, Q_{offset})

【0026】となる。直交変調器112から直交検波部120までの経路の振幅および位相特性を複素表示で、

【0027】

【数4】

(A₁₁, A₀₁)

【0028】とすると、直交復調したベースバンド信号

【0029】

【数5】

(I_{dem1}, Q_{dem1})

【0030】は、

【0031】

【数6】

$$\begin{cases} I_{dem1} = A_{11}(I_{offset} + 1) - A_{Q1}Q_{offset} \\ Q_{dem1} = A_{Q1}(I_{offset} + 1) + A_{11}Q_{offset} \end{cases}$$

【0032】となる。同様にして信号

【0033】

【数7】

$$(-1, 0)$$

【0034】を出力したときの直交復調したベースバンド信号

【0035】

【数8】

$$\begin{aligned} & I_{dem2}^2 + Q_{dem2}^2 \\ &= [A_{11}^2(I_{offset} + 1)^2 - 2A_{11}A_{Q1}(I_{offset} + 1)Q_{offset} + A_{Q1}^2Q_{offset}^2] + [A_{Q1}^2(I_{offset} + 1)^2 - 2A_{Q1}A_{11}(I_{offset} + 1)Q_{offset} + A_{11}^2Q_{offset}^2] \\ &= (A_{11}^2 + A_{Q1}^2)(I_{offset} + 1)^2 + (A_{11}^2 + A_{Q1}^2)Q_{offset}^2 \\ & I_{dem2}^2 + Q_{dem2}^2 \\ &= [A_{12}^2(I_{offset} - 1)^2 - 2A_{12}A_{Q2}(I_{offset} - 1)Q_{offset} + A_{Q2}^2Q_{offset}^2] + [A_{Q2}^2(I_{offset} - 1)^2 - 2A_{Q2}A_{12}(I_{offset} - 1)Q_{offset} + A_{12}^2Q_{offset}^2] \\ &= (A_{12}^2 + A_{Q2}^2)(I_{offset} - 1)^2 + (A_{12}^2 + A_{Q2}^2)Q_{offset}^2 \end{aligned}$$

【0040】であり、各信号に対する直交変調器112から直交検波部120までの経路の振幅および位相特性

がほぼ等しいと見なして、

【0041】

【数11】

$$\begin{aligned} &= [(A_{11}^2 + A_{Q1}^2)(I_{offset} + 1)^2 + (A_{11}^2 + A_{Q1}^2)Q_{offset}^2] - [(A_{12}^2 + A_{Q2}^2)(I_{offset} - 1)^2 + (A_{12}^2 + A_{Q2}^2)Q_{offset}^2] \\ &= (A^2(I_{offset} + 1)^2 + A^2Q_{offset}^2) - (A^2(I_{offset} - 1)^2 + A^2Q_{offset}^2) \\ &= 4A^2I \cdot I_{offset} \end{aligned}$$

【0044】となり、DCオフセットの同相成分が得られる。また、送信ベースバンド信号として

【0045】

【数13】

$$(0, Q)$$

【0046】と

【0047】

【数14】

$$(0, -Q)$$

【0048】を用いることにより、

【0049】

【数15】

$$4A^2Q \cdot Q_{offset}$$

【0050】の形で直交成分が得られる。上記の方法によって、直交変調器112から直交検波部120までの経路の位相特性の影響を受けずに送信変調部のDCオフセットを推定することができる。

【0051】以上のように本発明の実施の形態によれば、送信系非線形歪補償部102、補償信号生成部104、デジタル加算器106、126、減衰器118、DCオフセット推定部128を設け、制御信号132によ

$$(I_{dem2}, Q_{dem2})$$

【0036】は、

【0037】

【数9】

$$\begin{cases} I_{dem2} = A_{12}(I_{offset} - 1) - A_{Q2}Q_{offset} \\ Q_{dem2} = A_{Q2}(I_{offset} + 1) + A_{12}Q_{offset} \end{cases}$$

【0038】となる。以上の2つの信号のそれぞれの自乗は、

10 【0039】

【数10】

$$A_{11}^2 + A_{Q1}^2 \approx A_{12}^2 + A_{Q2}^2 = A^2$$

【0042】と置き換えると、2つの自乗値の差は、

【0043】

【数12】

30 って減衰器118の減衰量を十分に大きくして直交検波部120の入力信号を遮断し、このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交ベースバンド信号127が0になるようにDCオフセット補償データ130を更新し、次に制御信号132によって減衰器118の減衰量を小さくして直交検波部120の入力信号を有効にし、制御信号131によって補償信号生成部104からDCオフセット補償用の信号を出力して、このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交ベースバンド信号127に基づいてDCオフセット補償データ130を更新することによって、送信変調系と送信復調系のDCオフセットを、送信復調系の直交ベースバンド信号をA/D変換したデジタルデータとして独立に検出することが可能になり、簡単なデジタル演算でDCオフセットを自動補償し、精度の高い送信系非線形歪補償をすることができる。

40 【0052】(実施の形態2) 図2は本発明の実施の形態における送信装置のブロック結線図を示す。201は送信ディジタル直交ベースバンド信号、202は送信系非線形歪補償部、203は非線形歪補償された直交ベースバンド信号、204はDCオフセット補償用の信号を

生成する補償信号生成部、205は送信直交ベースバンド信号またはDCオフセット補償用信号、206と226はデジタル加算器、207と227はDCオフセット補償された直交ベースバンド信号、208はD/A変換部、209はアナログ直交ベースバンド信号、210と222は帯域制限用の低域通過フィルタ、211と223は帯域制限されたアナログ直交ベースバンド信号、212は直交変調器、213は変調信号、214は送信系の増幅器、215は増幅した送信変調信号、216は分配器、217は分配された送信変調信号、218は接続スイッチ、219はスイッチを通過した送信変調信号、220は直交検波部、221は直交検波した直交ベースバンド信号、224はA/D変換部、225はデジタル直交ベースバンド信号、228はDCオフセット推定部、229は送信変調系のDCオフセット補償信号、230は送信復調系のDCオフセット補償信号、231は補償信号部を制御する制御信号、232はスイッチを制御する制御信号である。

【0053】以上のように構成された送信装置について、図2を用いてその動作について説明する。まず、非線形歪補償部202で送信ディジタル直交ベースバンド信号201の非線形歪補償を行い、非線形歪補償された直交ベースバンド信号203を出力する。補償信号生成部204では、DCオフセット推定部228からの制御信号231に対応して、非線形歪補償された直交ベースバンド信号203をそのまま出力するかDCオフセット補償用の信号を生成して出力するかを選択する。選択出力された信号205は、デジタル加算器206でDCオフセット補償データ229が加算され、送信変調系のDCオフセットを補償する。DCオフセット補償された直交ベースバンド信号207をD/A変換部208でアナログ信号に変換し、低域通過フィルタ210によって帯域制限を行い、アナログ直交ベースバンド信号211を得る。そして、直交変調器212で直交変調を行い、変調信号213とした後、送信系の増幅器214で、必要な大きさに増幅して送信変調信号215を出力する。このとき、分配器216で送信変調信号215を分配する。

【0054】分配した送信変調信号217を接続スイッチ218に通した後、直交検波部220で直交検波し、帯域制限用の低域通過フィルタ222を通した後、A/D変換部224でデジタル信号に変換し、デジタル直交ベースバンド信号225を得る。デジタル加算器226で、DCオフセット補償データ230を加算して送信復調系のDCオフセットを補償する。

【0055】一方、DCオフセット推定部228では、送信変調系と送信復調系のDCオフセットを独立に推定する。まず、制御信号232によって接続スイッチ218を開き、直交検波部220への入力信号を遮断する。このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交

ベースバンド信号227が0になるようにDCオフセット補償データ230を更新する。次に、制御信号232によって接続スイッチ218を閉じ、直交検波部220への入力信号を有効にした後、制御信号231によって補償信号生成部204からDCオフセット補償用の信号を出力する。このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交ベースバンド信号227に基づいてDCオフセット補償データ230を更新する。

【0056】送信変調系のDCオフセットの推定方法は、実施の形態1と同様である。以上のように本発明の実施の形態によれば、送信系非線形歪補償部202、補償信号生成部204、デジタル加算器206、226、接続スイッチ218、DCオフセット推定部228を設け、制御信号232によって接続スイッチ218を開いて直交検波部220の入力信号を遮断し、このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交ベースバンド信号227が0になるようにDCオフセット補償データ230を更新し、次に制御信号232によって接続スイッチ218を閉じて直交検波部220の入力信号を有効にし、制御信号231によって補償信号生成部204からDCオフセット補償用の信号を出力して、このときの送信復調系のDCオフセット補償された直交ベースバンド信号227に基づいてDCオフセット補償データ230を更新することによって、送信変調系と送信復調系のDCオフセットを、送信復調系の直交ベースバンド信号をA/D変換したデジタルデータとして独立に検出することができる。

【0057】(実施の形態3) 図3は本発明の実施の形態における送信装置のブロック結線図を示す。301は送信ディジタル直交ベースバンド信号、302はパワー計算部、303はパワー計算部302で計算した振幅値、304はデジタル乗算器、305は補正された振幅値、306は非線形歪補償用の参照テーブル、307は直交化した非線形歪補償データ、308は非線形歪補償部、309は非線形歪補償された直交ベースバンド信号、310はD/A変換部、311はアナログ直交ベースバンド信号、312は帯域制限用の低域通過フィルタ、313は帯域制限されたアナログ直交ベースバンド信号、314は直交変調器、315は変調信号、316は減衰器、317は減衰された変調信号、318は送信系の増幅器、319は増幅した送信変調信号である。

【0058】以上のように構成された送信装置について、図3を用いてその動作について説明する。まず、パワー計算部302において、送信ディジタル直交ベースバンド信号301を用いて送信信号の振幅値303を計算する。次に、計算した送信信号の振幅値303を、デジタル乗算器304で一定の係数を乗算して減衰する。減衰した振幅値305をアドレスとして、非線形歪補償

用の参照テーブル306を参照し、あらかじめ計算した送信系の非線形歪特性の逆特性を持つ非線形歪補償データを直交化した非線形歪補償データ307を得る。

【0059】非線形歪補償部308では、送信ディジタル直交ベースバンド信号301と、直交化した非線形歪補償データ307との複素積を行い、非線形歪補償された直交ベースバンド信号309を出力する。

【0060】非線形歪補償された直交ベースバンド信号309をD/A変換部310でアナログ信号に変換し、低域通過フィルタ312によって帯域制限を行い、アナログ直交ベースバンド信号313を得る。そして、直交変調器314で直交変調を行い、変調信号315にした後、減衰器316で、乗算器304で用いた係数と同じ比率で減衰してから、送信系の増幅器318で増幅して送信変調信号319を出力する。

【0061】以上のように本発明の実施の形態によれば、デジタル乗算器304と減衰器316を設け、乗算器と減衰器の係数を等しくすることによって、D/A変換部の量子化雑音を増大させることなく送信電力の制御を行うことができる。

【0062】(実施の形態4) 図4は本発明の実施の形態における送信装置のブロック結線図を示す。401は送信ディジタル直交ベースバンド信号、402は送信系非線形歪補償部、403は非線形歪補償された直交ベースバンド信号、404は直交ベースバンド信号を制御する信号制御部、405は送信直交ベースバンド信号またはDCオフセット補償用信号、406と428はデジタル加算器、407と429はDCオフセット補償された直交ベースバンド信号、408はD/A変換部、409、411と433はアナログ直交ベースバンド信号、410と424はアナログベースバンド信号の経路を制御する切換スイッチ、412と422は帯域制限用の低域通過フィルタ、413と423は帯域制限されたアナログ直交ベースバンド信号、414は直交変調器、415は変調信号、416は送信系の増幅器、417は増幅した送信変調信号、418は分配器、419は分配された送信変調信号、420は直交検波部、421は直交検波した直交ベースバンド信号、425は切換スイッチで選択されたアナログ直交ベースバンド信号、426はA/D変換部、427はデジタル直交ベースバンド信号、430はDCオフセット推定部、431は送信変調系のDCオフセット補償信号、432は送信復調系のDCオフセット補償信号、434は信号制御部を制御する制御信号、435と436は切換スイッチを制御する制御信号である。

【0063】以上のように構成された送信装置について、図4を用いてその動作について説明する。まず、非線形歪補償部402で送信ディジタル直交ベースバンド信号401の非線形歪補償を行い、非線形歪補償された直交ベースバンド信号403を出力する。信号制御部4

04では、DCオフセット推定部430からの制御信号434に対応して、非線形歪補償された直交ベースバンド信号403をそのまま出力するか、同相成分と直交成分が共に0であるデジタル信号を出力するかを選択する。選択出力された信号405は、デジタル加算器406でDCオフセット補償データ431が加算され、送信変調系のDCオフセットを補償する。DCオフセット補償された直交ベースバンド信号407をD/A変換部408でアナログ信号に変換したあと、制御信号435で切換スイッチ410を切り換えて、信号の経路を制御する。変調信号送信時には、低域通過フィルタ412によって帯域制限を行い、直交変調器414で直交変調を行って変調信号415にした後、送信系の増幅器416で、必要な大きさに増幅して送信変調信号417を出力する。このとき、分配器418で送信変調信号417を分配する。

【0064】分配した送信変調信号419を直交検波部420で直交検波し、帯域制限用の低域通過フィルタ422を通した後、切換スイッチ424に入力する。DCオフセット推定時には、切換スイッチ410から直接切換スイッチ424に入力する。切換スイッチ424に入力した信号をA/D変換部426でデジタル信号に変換し、デジタル直交ベースバンド信号427を得る。デジタル加算器428で、DCオフセット補償データ432を加算して、送信復調系のDCオフセットを補償する。

【0065】一方、DCオフセット推定部430では、送信変調系と送信復調系のDCオフセットを独立に推定する。まず、制御信号436によって切換スイッチ424を開き、A/D変換部426の入力信号を遮断する。このとき、DCオフセット補償された直交ベースバンド信号429が0になるように、DCオフセット補償データ432を更新する。次に、制御信号436によって切換スイッチ424を閉じてA/D変換部426の入力信号を有効にし、制御信号435によって切換スイッチ410を制御して、アナログ直交ベースバンド信号409を直接切換スイッチ424に入力するようにした後、制御信号434によって、信号制御部404から同相成分と直交成分が共に0であるデジタル信号を出力する。このとき直交ベースバンド信号429が0になるように、DCオフセット補償データ431を更新する。

【0066】以上のように本発明の実施の形態によれば、送信系非線形歪補償部402、信号制御部404、デジタル加算器406、428、切換スイッチ410、424、DCオフセット推定部430を設け、制御信号436によって切換スイッチ424を開いてA/D変換部426の入力信号を遮断し、このときのDCオフセット補償された直交ベースバンド信号429が0になるようにDCオフセット補償データ432を更新し、次に、制御信号435と436によって切換スイッチ410と

424を制御して、アナログ直交ベースバンド信号409をベースバンド信号のままA/D変換部426に入力するようにし、制御信号434によって、信号制御部404から、同相成分と直交成分が共に0であるデジタル信号を出力したとき、直交ベースバンド信号429が0になるようにDCオフセット補償データ431を更新することによって、送信変調系と送信復調系のアナログデジタル変換部のDCオフセットを、送信復調系の直交ベースバンド信号をA/D変換したデジタルデータとして独立に検出することが可能になり、簡単なデジタル演算でDCオフセットを自動補償し、精度の高い送信系非線形歪補償をすることができる。

【0067】(実施の形態5)図5は本発明の実施の形態5における送信装置のブロック結線図を示す。501は変調系ベースバンド信号、502は信号生成部、503は変調系デジタル直交ベースバンド信号、504は変調系ベクトル加算器、505はオフセット補償された変調系デジタル直交ベースバンド信号、506はD/A変換部、507は変調系アナログ直交ベースバンド信号、508は変調系帯域制限フィルタ、509は帯域制限された変調系アナログ直交ベースバンド信号、510は直交変調部、511は変調信号、512は増幅器、513は増幅した変調信号、514は分配器、515は送信変調信号、516は帰還変調信号、517は直交復調部、518は復調系アナログ直交ベースバンド信号、519は復調系帯域制限フィルタ、520は帯域制限された復調系アナログベースバンド信号、521はA/D変換部、522は復調系デジタル直交ベースバンド信号、523は復調系ベクトル加算器、524は復調系ベースバンド信号、525はDCオフセット推定部、526は参照信号出力制御信号、527は変調系DCオフセット推定値、528は復調系DCオフセット推定値、529は変換周波数制御信号、530は変調系発振器、531は復調系発振器、532は変調系周波数変換信号、533は復調系周波数変換信号である。

【0068】以上のように構成された送信装置について、図5を用いてその動作について説明する。復調系DCオフセット推定動作時、DCオフセット推定部525は、参照信号出力制御信号526を通じて、信号生成部502から参照信号を出力するように制御し、変調系DCオフセット推定値527、復調系DCオフセット推定値528は共に0を出力する。参照信号は、変調信号511に於いて一定周波数、一定振幅であるような信号とする。また、変換周波数制御信号529を通じて、復調系発振器531の周波数を、変調系発振器530に一定の周波数(以下、差分周波数と呼ぶ)だけ大きな周波数を発生させるように制御する。

【0069】信号生成部502から出力される参照信号503は、変調系DCオフセット推定値527が0であるためそのままD/A変換部506に入力され、変調系

アナログ直交ベースバンド信号507となる。変調系アナログベースバンド信号507は、帯域制限フィルタ508によって帯域制限され、直交変調部510で、変調系周波数変換信号532によって搬送周波数帯の変調信号511に変換される。増幅器512は変調信号511を増幅し、分配器514により、増幅した変調信号513の一部が帰還変調信号516となる。

【0070】直交復調部517は、復調系周波数変換信号533によって、帰還変調信号516を復調系アナログ直交ベースバンド信号518に変換し、この信号は復調系帯域制限フィルタ519によって帯域制限される。帯域制限された復調系アナログベースバンド信号520は、A/D変換部521によって復調系デジタル直交ベースバンド信号522に変換され、復調系DCオフセット推定値528が0であるので、そのまま復調系ベースバンド信号524として出力される。

【0071】変調系と復調系の変換周波数が異なるため、復調系ベースバンド信号524として、変調系での信号を一次変換したものに、更に差分周波数で回転させた信号が outputされる。この回転の中心ベクトルは、復調系のDCオフセットに他ならず、DCオフセット推定部525は、復調系ベースバンド信号524の回転の中心を求ることにより、復調系のDCオフセットを推定する。

【0072】DCオフセット推定部525は、復調系のDCオフセットを推定した後、復調系DCオフセット推定値528を出力し、変換周波数制御信号529を通じて差分周波数を0にし、参照信号が一定周波数、平均0であるような信号を出す。差分周波数が0である場合、復調系デジタル直交ベースバンド信号522は、参照信号を一次変換して復調系のDCオフセットを加えたものと見なすことができるが、復調系ベクトル加算器523によって復調系のDCオフセット成分が除去されるため、復調系ベースバンド信号524には、参照信号を一次変換したものが outputされる。参照信号は一定周波数、平均0であるため、その回転の中心が原点よりずれていれば、中心ベクトルは変調系のDCオフセットを一次変換したものであり、DCオフセット推定部525は、変調系DCオフセット推定値527の信号を出力しながら、復調系ベースバンド信号524の中心が原点に来るよう順次更新することで、送信系DCオフセットを推定することが可能となる。

【0073】ここで、復調系発振器531は、変調系発振器530よりも大きな周波数としたが、互いの周波数が異なっていれば同様の効果が得られるため、変調系発振器530の周波数と復調系発振器531の周波数の大小は問わず、また、変調系発振器531を制御してもよい。

【0074】また、参照信号は変調信号511において一定振幅であると述べたが、変調系から復調系にかけ

て、特に増幅器 512 が振幅の変動に対して十分に線形な特性を有するものであれば、振幅が一定である必要はない。

【0075】また、DCオフセット補償するための参照信号を、振幅が一定であると述べてきたが、これは出力が無信号状態の場合も含まれることはいうまでもない。参照信号を無信号とした場合、出力しない状態でのDCオフセット補償を行うことにより、参照信号が外部に漏洩するのを防ぐなどの特別な回路などを付加しなくても他の機器に影響を与えるおそれがない等、優れた特徴を有している。

【0076】以上のように本発明の実施の形態によれば、中心点は平均化して求められるため、計算が簡単であるだけでなく、外来ノイズや変換誤差を吸収するなどの特徴に加え、直交ずれやI-Qのゲインバランスにも影響されない。このため、高精度にDCオフセットを求めることが可能である。また、変調系と復調系の変換周波数を制御するだけの構成ですむため、従来の構成をほとんど変更せずに、高精度にDCオフセットを求めることができる。

【0077】(実施の形態6) 図6は本発明の実施の形態における送信装置のブロック結線図を示す。601は変調系ベースバンド信号、602は信号生成部、603は変調系ディジタル直交ベースバンド信号、604は変調系ベクトル加算器、605はオフセット補償された変調系ディジタル直交ベースバンド信号、606はD/A変換部、607は変調系アナログ直交ベースバンド信号、608は変調系帯域制限フィルタ、609は帯域制限された変調系アナログ直交ベースバンド信号、610は直交変調部、611は変調信号、612は増幅器、613は増幅した変調信号、614は分配器、615は送信変調信号、616は帰還変調信号、617は直交復調部、618は復調系アナログ直交ベースバンド信号、619は復調系帯域制限フィルタ、620は帯域制限された復調系アナログベースバンド信号、621はA/D変換部、622は復調系ディジタル直交ベースバンド信号、623は復調系ベクトル加算器、624は復調系ベースバンド信号、625はDCオフセット推定部、626は参照信号出力制御信号、627は変調系DCオフセット推定値、628は復調系DCオフセット推定値、629はサンプリングタイマ制御信号、630は変調系タイマ部、631は復調系タイマ部、632はD/A変換信号、633はA/D変換信号である。

【0078】以上のように構成された送信装置について、図6を用いてその動作について説明する。復調系DCオフセット推定動作時、DCオフセット推定部625は、参照信号出力制御信号626を通じて、信号生成部602から参照信号を出力するように制御し、変調系DCオフセット推定値627、復調系DCオフセット推定値628は共に0を出力する。参照信号は、変調信号6

11に於いて一定周波数、一定振幅であるような信号とする。また、サンプリングタイマ制御信号629を通じて、復調系タイマ部631の変換周期を、変調系タイマ部630に一定値(以下、差分周期と呼ぶ)だけ大きな変換周期を発生させるように制御する。

【0079】信号生成部602から出力される参照信号603は、変調系DCオフセット推定値627が0であるため、そのままD/A変換部606に入力される。D/A変換部606は、変調系タイマ部630からのD/A変換信号632に応じてデジタルアナログ変換を行い、変調系アナログ直交ベースバンド信号607を出力する。変調系アナログベースバンド信号607は、帯域制限フィルタ608によって帯域制限され、直交変調部610で、搬送周波数帯の変調信号611に変換される。増幅器612は変調信号611を増幅し、分配器614により、増幅した変調信号613の一部が帰還変調信号616となる。

【0080】直交復調部617は、帰還変調信号616を復調系アナログ直交ベースバンド信号618に変換し、この信号は復調系帯域制限フィルタ619によって帯域制限される。A/D変換部621は、復調系タイマ部631からのA/D変換信号633に応じて、帯域制限された復調系アナログベースバンド信号620をアナログ-デジタル変換し、復調系ディジタル直交ベースバンド信号622を出力する。復調系ベクトル加算器623は、復調系ディジタル直交ベースバンド信号622に復調系DCオフセット推定値628を加算して復調系ベースバンド信号624を出力するが、復調系DCオフセット推定値628が0であるので、復調系ベースバンド信号624には、復調系ディジタル直交ベースバンド信号622がそのまま出力される。

【0081】変調系のD/A変換と復調系のA/D変換の変換周期が異なるため、復調系ベースバンド信号624として、変調系での信号を一次変換したものに、更に差分周期で回転された信号が出力される。この回転の中心ベクトルが復調系のDCオフセットに他ならず、DCオフセット推定部625は、復調系ベースバンド信号624の回転の中心を求ることにより、復調系のDCオフセットを推定する。

【0082】DCオフセット推定部625は、復調系のDCオフセットを推定した後、復調系DCオフセット推定値628を出力し、サンプリング制御信号629を通じて差分周期を0にし、参照信号が一定周波数、平均0であるような信号を出す。差分周期が0である場合、復調系ディジタル直交ベースバンド信号622は、参照信号を一次変換して復調系のDCオフセットを加えたものと見なすことができるが、復調系ベクトル加算器623によって復調系のDCオフセット成分が除去されるため、復調系ベースバンド信号624には、参照信号を一次変換したものが出力される。参照信号は一定周波数、

平均0であるため、その回転の中心が原点よりずれていれば、中心ベクトルは変調系のDCオフセットを一次変換したものであり、DCオフセット推定部625は、変調系DCオフセット推定値627の信号を出力しながら、復調系ベースバンド信号624の中心が原点に来るよう順次更新することで、送信系DCオフセットを推定することが可能となる。

【0083】ここで、復調系タイマ部631は、変調系タイマ部630よりも大きな変換周期としたが、互いの変換周期が異なっていれば同様の効果が得られるため、変調系タイマ部630の周波数と復調系タイマ部631の変換周期の大小は問わず、また、変調系タイマ部631を制御してもよい。

【0084】また、参照信号は変調信号611において一定振幅であると述べたが、変調系から復調系にかけて、特に増幅器612が振幅の変動に対して十分に線形な特性を有するものであれば、振幅が一定である必要はない。

【0085】また、DCオフセット補償するための参照信号を、振幅が一定であると述べてきたが、これは出力が無信号状態の場合も含まれることはいうまでもない。参照信号を無信号とした場合、出力しない状態でのDCオフセット補償を行うことにより、参照信号が外部に漏洩するのを防ぐなどの特別な回路などを附加しなくても他の機器に影響を与えるおそれがない等、優れた特徴を有している。

【0086】以上のように本発明の実施の形態によれば、中心点は平均化して求められるため、計算が簡単であるだけでなく、外来ノイズや変換誤差を吸収するなどの特徴に加え、直交ずれやI-Qのゲインバランスにも影響されない。このため、高精度にDCオフセットを求めることが可能である。また、D/A変換部とA/D変換部の変換周期を制御するだけの構成ですむため、従来の構成をほとんど変更せずに、高精度にDCオフセットを求めることができる。

【0087】(実施の形態7) 図7は本発明の実施の形態における送信装置のブロック結線図を示す。701は変調系ディジタル直交ベースバンド信号、702は信号生成部、703は変調系ディジタル直交ベースバンド信号、704は変調系ベクトル加算器、705はオフセット補償された変調系ディジタル直交ベースバンド信号、706はD/A変換部、707は変調系アナログ直交ベースバンド信号、708は変調系帯域制限フィルタ、709は帯域制限された変調系アナログ直交ベースバンド信号、710は直交変調部、711は変調信号、712は増幅器、713は増幅した変調信号、714は分配器、715は送信変調信号、716は帰還変調信号、717は直交復調部、718は復調系アナログ直交ベースバンド信号、719は復調系帯域制限フィルタ、720は帯域制限された復調系アナログベースバンド信号、7

21はA/D変換部、722は復調系ベースバンド信号、723は復調系ベクトル加算器、724は復調系ベースバンド信号、725はDCオフセット推定部、726は参照信号出力制御信号、727は変調系DCオフセット推定値、728は復調系DCオフセット推定値である。

【0088】以上のように構成された送信装置について、図7を用いてその動作について説明する。変調系DCオフセット推定動作時、DCオフセット推定部725は、参照信号出力制御信号726を通じて、信号生成部702から参照信号を出力するように制御し、変調系DCオフセット推定値727に0を出力する。参照信号は、変調信号711に於いて一定周波数、一定振幅であり、変調系ディジタル直交ベースバンド信号703において平均0であるような信号とする。

【0089】信号生成部702から、参照信号として変調系ディジタル直交ベースバンド信号703が outputされるが、変調系DCオフセット推定値727が0であるため、参照信号がそのままD/A変換部706の入力となり、変調系アナログ直交ベースバンド信号707となる。変調系アナログベースバンド信号707は、帯域制限フィルタ708によって帯域制限され、直交変調部710で、搬送周波数帯の変調信号711に変換される。増幅器712は変調信号711を増幅し、分配器714により、増幅した変調信号713の一部が帰還変調信号716となる。

【0090】直交復調部717は、帰還変調信号716を復調系アナログ直交ベースバンド信号718に変換し、この信号は復調系帯域制限フィルタ719によって帯域制限される。帯域制限された復調系アナログベースバンド信号720は、A/D変換部721によって、復調系ベースバンド信号722に変換される。復調系ベースバンド信号722は、参照信号を一次変換したものと見なすことができる。参照信号は一定周波数、一定振幅であるため、復調系ベースバンド信号722は、I-Q平面上で円或いは定点を描くが、その回転の中心或いは定点のベクトル(以下中心ベクトル1と呼ぶ)は、変調信号711の平均を一次変換したものであり、変調系ディジタル直交ベースバンド信号703において平均0であるので、D/A変換部706以降の変調系で生じたDCオフセットベクトルを一次変換したものと一致する。

【0091】次に、変調系DCオフセット推定部725は、変調系DCオフセット推定値727として特定ベクトルを出力する。すると復調系ベースバンド信号722は、前回と同様に、I-Q平面上で円或いは定点を描くが、その回転の中心或いは定点のベクトル(以下、中心ベクトル2と呼ぶ)は、D/A変換部706以降の変調系で生じたDCオフセットベクトルに、変調系DCオフセット推定値727として出力されている特定ベクトルの和を一次変換したものとなる。

【0092】中心ベクトル1と中心ベクトル2と特定ベクトルから変換関数が求められるため、D/A変換部706以降の変調系で生じたDCオフセットベクトルを算出することが可能となる。このようにしてDCオフセット推定部725は変調系DCオフセットを推定する。

【0093】ここで、参照信号は変調信号711において一定振幅であると述べたが、変調系から復調系にかけて、特に増幅器712が振幅の変動に対して十分に線形な特性を有するものであれば、振幅が一定である必要はない。

【0094】また、DCオフセット補償するための参照信号を、振幅が一定であると述べてきたが、これは出力が無信号状態の場合も含まれることはいうまでもない。参照信号を無信号とした場合、出力しない状態でのDCオフセット補償を行った場合、参照信号が外部に漏洩するのを防ぐなどの特別な回路などを付加しなくとも他の機器に影響を与えるおそれがない等、優れた特徴を有している。

【0095】また、特定ベクトルに関しては、線形性が保たれている範囲であれば、その大きさ、方向を制限されるものではないが、大きさが1、方向が軸方向であれば、変換関数を求める場合、加減算器のみで構成が可能となるなどの特徴を有する。

【0096】以上のように本発明の実施の形態によれば、中心点は平均化して求められるため、計算が簡単であるだけでなく、外来ノイズや変換誤差を吸収するなどの特徴がある。このため、高精度にDCオフセットを求めることが可能である。

【0097】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、分配した変調信号の振幅を制限する減衰器と、変調系で発生するDCオフセットを補償するための参照信号を発生させる参照信号生成部と、DCオフセットの補償を行うデジタルの加算器と、DCオフセットを推定するDCオフセット推定部を設けることにより、デジタル変調方式を用いた無線通信システムの通信機において、DCオフセットを自動的に補償し、精度の高い送信系非線形歪補償をする手段を備えた優れた送信装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態における送信装置のブロック結線図

【図2】本発明の一実施の形態における送信装置のブロック結線図

【図3】本発明の一実施の形態における送信装置のブロック結線図

【図4】本発明の一実施の形態における送信装置のブロック結線図

【図5】本発明の一実施の形態における送信装置のブロック結線図

【図6】本発明の一実施の形態における送信装置のブロ

ック結線図

【図7】本発明の一実施の形態における送信装置のブロック結線図

【図8】従来の送信装置のブロック結線図

【符号の説明】

10 102 送信系非線形歪補償部

104 補償信号生成部

106 デジタル加算器

108 D/A変換部

110 低域通過フィルタ

112 直交変調器

114 送信系の増幅器

116 分配器

118 減衰器

120 直交検波部

122 低域通過フィルタ

124 A/D変換部

126 デジタル加算器

128 DCオフセット推定部

20 202 送信系非線形歪補償部

204 補償信号生成部

206 デジタル加算器

208 D/A変換部

210 低域通過フィルタ

212 直交変調器

214 送信系の増幅器

216 分配器

218 接続スイッチ

220 直交検波部

30 222 低域通過フィルタ

224 A/D変換部

226 デジタル加算器

228 DCオフセット推定部

302 パワー計算部

304 デジタル乗算器

306 非線形歪補償用の参照テーブル

308 非線形歪補償部

310 D/A変換部

312 低域通過フィルタ

40 314 直交変調器

316 減衰器

318 送信系の増幅器

402 送信系非線形歪補償部

404 直交ベースバンド信号を制御する信号制御部

406 デジタル加算器

408 D/A変換部

410 切換スイッチ

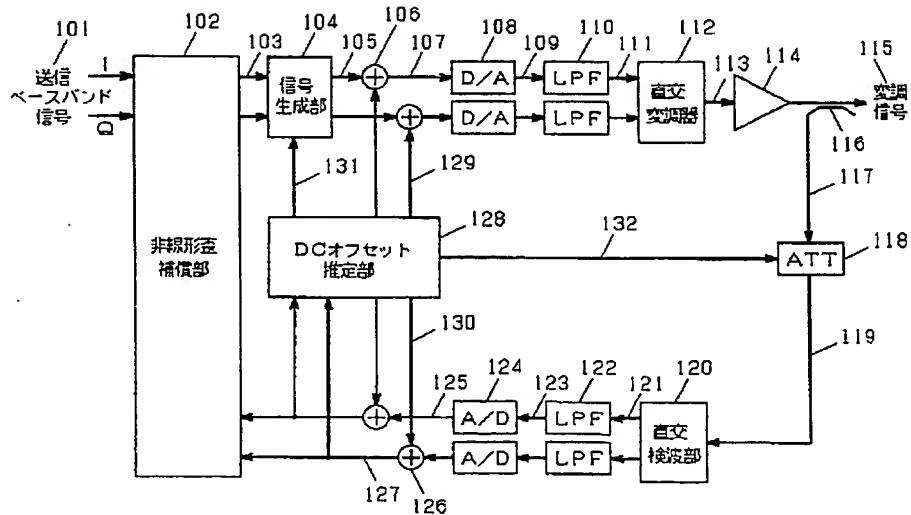
412 低域通過フィルタ

414 直交変調器

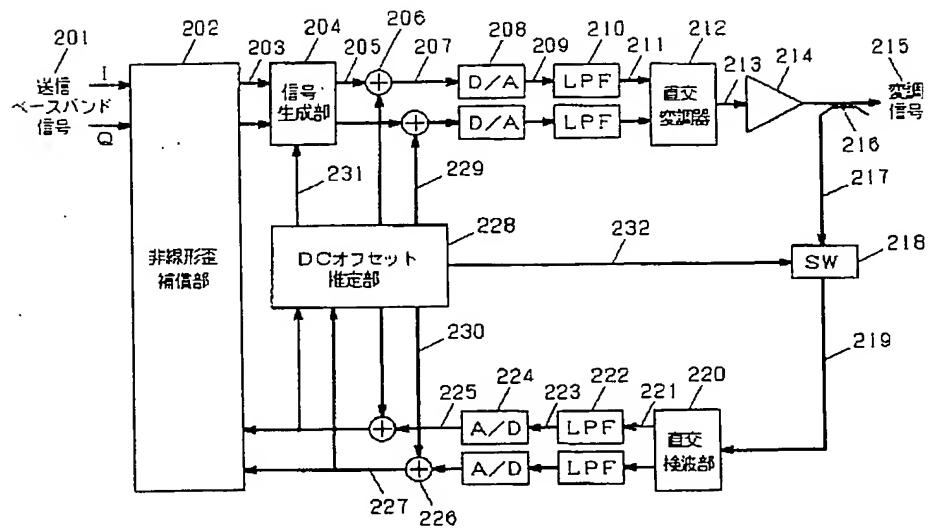
50 416 送信系の増幅器

418	分配器	608	低域通過フィルタ	
420	直交検波部	610	直交変調器	
422	低域通過フィルタ	612	送信系の増幅器	
424	切換スイッチ	614	分配器	
426	A/D変換部	617	直交検波部	
428	デジタル加算器	619	低域通過フィルタ	
430	DCオフセット推定部	621	A/D変換部	
502	補償信号生成部	623	デジタル加算器	
504	デジタル加算器	625	DCオフセット推定部	
506	D/A変換部	10	変調系タイマ部	
508	低域通過フィルタ	631	復調系タイマ部	
510	直交変調器	702	補償信号生成部	
512	送信系の増幅器	704	デジタル加算器	
514	分配器	706	D/A変換部	
517	直交検波部	708	低域通過フィルタ	
519	低域通過フィルタ	710	直交変調器	
521	A/D変換部	712	送信系の増幅器	
523	デジタル加算器	714	分配器	
525	DCオフセット推定部	717	直交検波部	
530	変調系発振器	20	719	低域通過フィルタ
531	復調系発振器	721	A/D変換部	
602	補償信号生成部	723	デジタル加算器	
604	デジタル加算器	725	DCオフセット推定部	
606	D/A変換部			

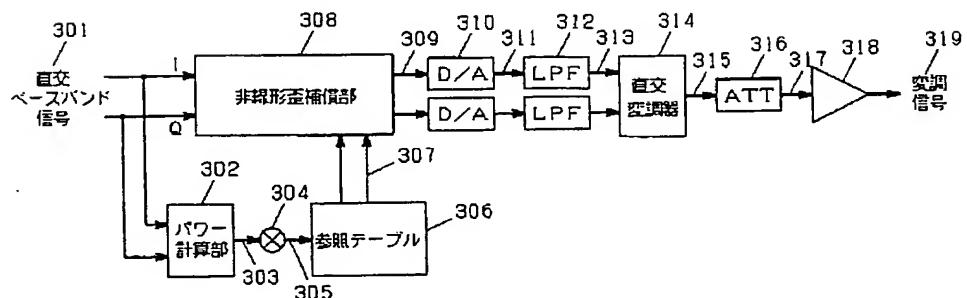
【図1】



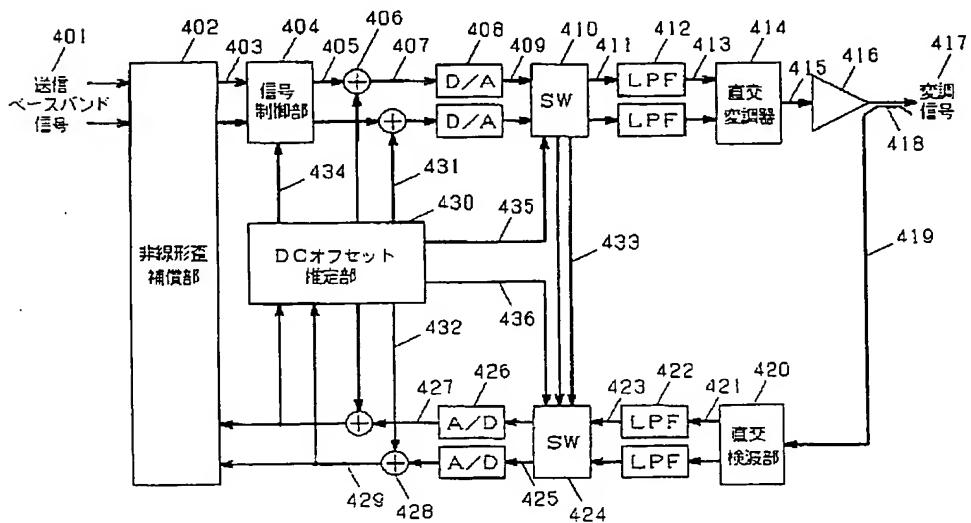
【図2】



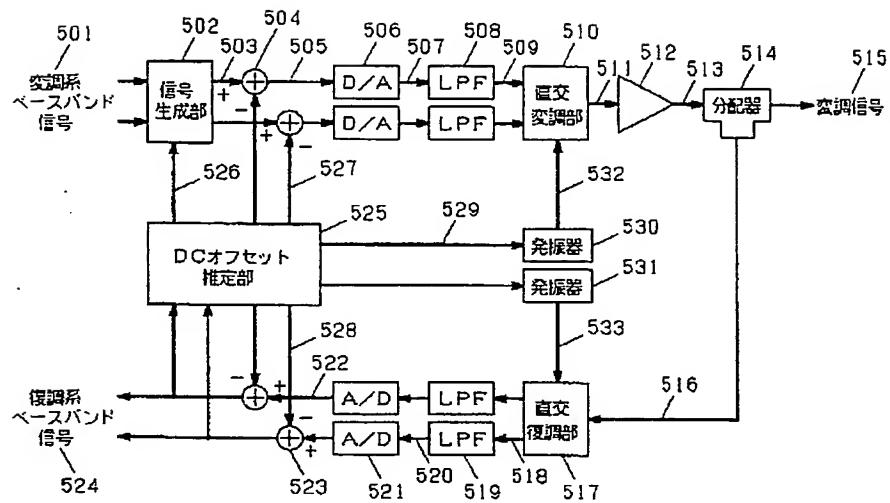
【図3】



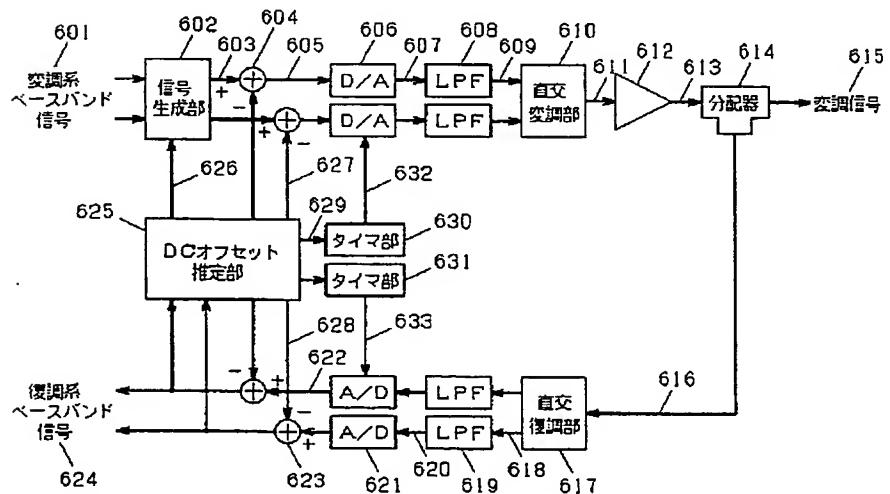
【図4】



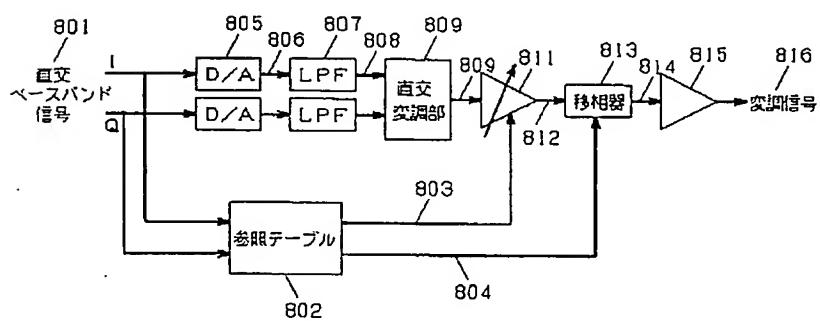
【図5】



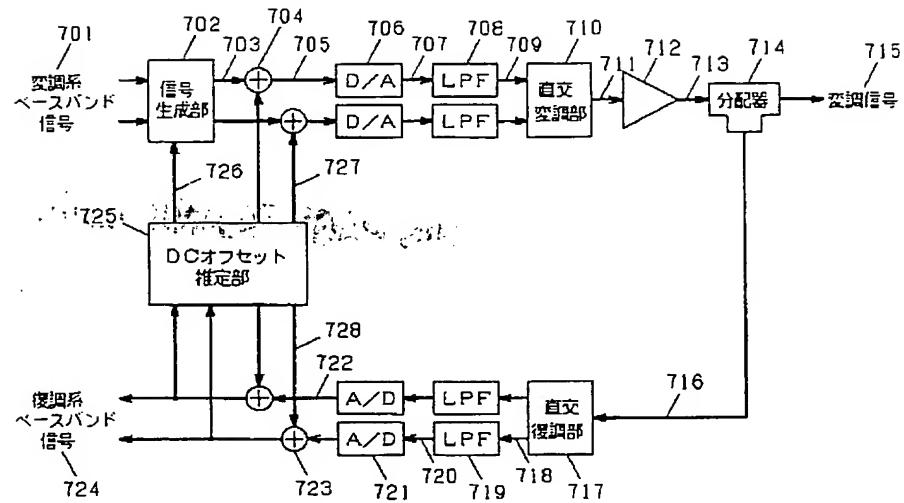
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 美細津 公英
 神奈川県横浜市港北区綱島4丁目3番1号
 松下通信工業株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)